

傾斜地 園路의 線形 分析

金 龍 洙* · 羅 正 和**

* (慶北大學校 農科大學 造景學科 副教授) ** (慶北大學校 農科大學 造景學科 研究助教)

On Line Formation Analysis for Gradient Trail

Kim, Yong Soo* · Ra, Jung Hwa**

(Dept. of Landscape Architecture, College of Agriculture, Kyungpook National Univ.)

= ABSTRACT =

The purpose of the present studies is to establish more rational and practical planning theory for trails of gradient. The results drawn from this research work are as follow ; Mean angle according to topography of Jige road is 3° 33' in low part, 8° 17' in middle park and 12° 48' in high part. Here, we can find that the highest gradient of Jige road is 12° 48', Which is showing the fact that jige road is the most function road when we compare other roads. The regression coefficient between potential model pattern and calculated model pattern is 0.8 within 0~5°, 0.5 within 6~10°, and 0.53 within 11~16°.

The linear of these model pattern is lower in R & L value, and larger in S & A value according to be steeping gradient. It is thought that these fact are closely related with between human fatigue and R.S.A.L value. Accordingly, when we plan the trails of the gradient in city park, the from of trails is right to mix straight line with curve line within 0~5°, and sine wave close curve line within 6~10°, 11~16°.

But, in fact, It is absurd that potential model pattern is applied to the city park in park of corner, widely road and facilities. Therefore, It is thought that the study of this problems will be proceeded in the future. I can reduce the following equation in relation R & S by gradient ; $22 \log (R-6.0)=47.96-\delta$

序

길(道)은 크게 車輛을 對象으로 하는 車道와 人間步行을 對象으로 하는 人道로 大別할 수 있다. 그러나 實際 都市公園內에 形成되어 있는 動線은 大部分이 人間步行을 主 對象으로 삼고 있으며 造景學的인 次元에서 이러한 動線의 重要性은 오래 前부터 큰 問題로 擡頭되어 왔다. 그러나 車를 對象으로 하는 道路工學에서는 自動車의 曲線部 走行과 運動軌跡에 關한 많은 研究가 이미 進行되어 왔으며 그 代表的인 緩和曲線으로서는 클로소이드(Clothoid), 램니스케이트(Lemniscate), 3次拋物線, 스파이럴(Spiral) 등이 있었다. '實際 이들 4個의 曲線은 값에 있어서 큰 差異가 없고 또 어떤 曲線을 써야 한다고 設計基準에 明示되어 있지는 않지만 클로소이드(Clothoid) 曲線이 가장 適合한 것이다'라고 말하고 있다.

그러나 造景 分野에서는 步行의 主體를 人間에 두고 있으며 이러한 人間本性에 起因한 園路의 線形에 關한 研究는 매우 不足한 實情이며 특히 平地와 傾斜地에서의 Slalom形 曲線에 關한 分析은 國內에서는 물론 外國 여러나라에서도 거의 研究된 바 없다.

線形에 關한 研究로서 岸塚²⁾은 究명한 바 있으며, 京男³⁾은 園路의 類型化와 그 數量的 分析에 關하여, 進士⁴⁾는 園路의 曲率分析과 庭園形式에 關하여, 金鵝⁵⁾은 步行動線의 幾何學Model의 例證에 關하여, 態谷⁶⁾은 自然步行에 있어서 園路線形의 解法에 關해서, 權⁷⁾은 Campus內 步行空間의 利用에 關해서, 梁⁸⁾은 都市內 步行者空間에 關해서 研究한 바 있다.

그러나 모든 Landform에는 平面과 立體面이 共存하고 있으며⁹⁾ 前述한 것은 包括적이거나 平地狀態 아래에서의 研究이며 實際 傾斜角이 주어진 狀態에서의 線形分析은 아직 試圖된 바 없다.

따라서 本 研究에서는 前述한 것을 勘案해 볼 때 自然에 가장 順應하는 壓力의 Curve와 壓力의 角度를 가진 傾斜路 卽, 지갯길을 斜面步行에서 人間本性에 가장 가까운 踏跡路로 規定했던 바, 이들 지갯길에 對한 實測으로부터 角度에 따른 線形의 分析을 究明하여 傾斜面 園路設計에 關한 보다 合理的인 動線計劃 理論을 樹立코져 함에 그 目的이 있다.

基礎調查의 概要

1. 길(道)의 概念

길(道)이라는 概念은 원래 道思想에서 由來된 것으로 農耕等 原始定住 集落이 形成됨에 따라 여기서 生活空間으로서의 길(道)과 交通을 爲한 길(道) 사이의 意味分化가 생겨나게 되었다.⁷⁾

그러나 前者의 길(道)은 옛날의 洞神祭를 지내던 서낭터 또는 시장터와 비슷한 象徴的 意味의 概念이고 後者の 길(道)은 마을과 마을을 連結하거나 어떤 目的을 達成하기 爲한 實體空間으로서의 移動手段의 性格을 強하게 띠고 있었다.⁸⁾

따라서 여기서 말하고자 하는 길(道)은 後者の 길(道)의 概念으로서 이는 곧 道路라는 概念으로 把握할 수 있다. 이러한 道路의 由來를 正確하게는 알 수 없지만 '李朝時代 및 그 以前의 우리나라의 道路는 서울을 비롯한 地方中心 都市를 除外하고는 大部分이 步行者, 牛馬가 지나갈 程度의 1~2m 幅員을 가진 오솔길, 산길로 되어 있었다. 당시의 交通手段으로서의 말과 소, 가마밖에 없었다'라고 傳하고 있다.

이러한 事實로 미루어보아 步行, 傳達를 目的으로 한 道路의 由來는 李朝時代 以前부터 形成된 산길 또는 오솔길이었음을 알 수 있다.¹⁾ 그러나 이러한 道路의 概念이 오늘날까지 내려오는 過程에서 그 意味의 分化가 細分되고 單純한 移動의 目的에서 脫皮하여 오늘날에 와서는 점차 recreation的인 性格을 強하게 띠어 가고 있음을 알 수 있다.

2. 調查의 對象

傾斜面 步行에 있어서 人間本性에 가장 가까운 踏跡路로 人爲적으로 誘導한 것이 아니라 自然發生的으로 생겨난 지갯길을 本研究의 Model對象 地域으로 選定했다. 그러나 대부분 山地에는 移動, 傳達를 目的으로 하는 連結路와 오솔길, 烽火路, 登山路, 지갯길 등 여러 種類의 길이 多樣하게 存在하고 있어서 實際 이들 사이의 뚜렷한 區分을 짓기에는 困難했기 때문에 Model地의 選定基準을 정하는데도 많은 難點이 있었다.

그러나 좀 더 人間心理學的인 次元에서 把握해 볼 때 다음과 같은 지갯길과 他路와의 差異點을 發見할

수 있다. “첫째부터 다섯째까지 가운데서 처음에는 지갯길이고 나중에것이 타로(他路)이다.” 「첫째, 目標지점이 不分明하다. 目標지점이 분명하다. 둘째, 逍遙時間의 구애를 적게 받는다. 逍遙時間의 구애를 많이 받는다. 셋째, 步行時 人間의 疲勞度와 많은 關係를 가진다. 目標지점을 向한 瞬間의 疲勞度는 별로 考慮하지 않는다. 넷째, Curve를 그리면서 올라갈려는 傾向이 强하다. 人間의 疲勞度보다는 目標지점까지의 短縮距離를 먼저 생각한다. 다섯째, 人間本性에 起因한 踏跡路로 볼 수 있다. 지갯길과 比較해 보면 그렇지 못하다.」 따라서 本 研究에서는 이러한 點을 勘案하여 數次의 豫備調査를 거친 後 지갯길이라고 命名된 것에 限定하여 다음과 같은 條件에 符合하는 것만을 Model對象地로 選定했다.

即, 지갯길과 他路와의 差異가 顯著한 地域, 오르막길과 내리막길이 共有하고 있는 地域, 視知覺의 障害物로 因한 지갯길의 角度와 曲率變化가 적은 地域 調査對象 地域의 交通이 多少 不便하며 周邊마을의 開發이 比較的 안된 地域, 自然景觀의 毀損이 가장 적은 地域, 지갯길의 歷史가 比較的 오래된 地域¹¹⁾, 그 地域住民의 利用率이 가장 높은 地域 등을 들 수 있다. 이때 選定된 Model對象地는 客觀性을 附與하기 爲하여 軍威郡 2個所, 永川郡 2個所에서 골고루 選別했다.

3. 調査方法

1984年 8月 22日부터 1985年 7月 26日까지 1年 間에 걸쳐서 行한 調査의 內容 및 方法은 다음과 같다.

첫째, 지갯길의 利用形態와 周邊마을에 對한 環境 分析은 設問紙 調査와 住民과의 interview를 通해 把握했으며, 둘째, 資料蒐集 및 1 : 25,000地形圖, 地籍圖에 依據하여 調査對象 地域에 對한 位置 및 立地條件을 把握했다. 셋째, 지갯길의 各等分區間에 對한 Sample 蒐集方法은 角度와 曲線半徑에 커다란 影響을 미치고 있는 묘터地域, 산사태로 因한 埋沒 地域, 絕壁이나 溪谷이 있는 地域, 樹林地의 樹種에 따라 影響을 받고 있는 地域(특히 가시밭 地域이나 針葉樹林 地域) 등은 Data資料로 使用하기에는 不충분했으므로 Sample區間에서 除外시켰다. 그리고 地域自體에 影響을 받고 있는 地域은 稜線部分, 산허리部分, 頂上部分 등 크게 3部分으로 나누었다.

넷째, 調査對象地域의 實測을 通해 角度의 變化에 따른 線形分析을 行했으며 實測方法은 다음과 같다. 實測方法은 平板測量과 transit測量¹²⁾ 同時에 實施했으며 平板測量에서는 調査對象地域 지갯길의 變曲點마다 T.P점을 옮기고 그에 對한 形態, 路幅, 曲線半徑 및 周邊의 環境的인 因子 등을 調査했다. 또

Table 1. The states of sampling place

Devison	Schedule	Dwelling No.	Location
Mt. Park Dae	1984. 10. 13 1984. 10. 14	80	Byuong Su Dong, Hyoreung Myeon, Kunwi County, Kyungpook Province.
Mt. Namme	1984. 10. 20 1984. 10. 21	140	Jung Ku Dong, Hyoreung Myeon, Kunwi County, Kyungpook Province.
Mt. Semi	1985. 4. 20 1985. 4. 21	51	Dong Ji 1 Dong, Hwasan Myeon, Youngchun County, Kyungpook Province.
Mt. Semi	1985. 4. 23 1985. 4. 24	37	Dang Ji 2 Dong, Hwasan Myeon, Youngchun County, Kyungpook Province.



0~5°



6~10°



11~16°

The photographs of sampling place.

한 transit 測量에서는 지갯길의 變角點마다 T.P점을 옮기고 그때의 傾斜角, 水平角, 器械高, 傾角 등을 읽고 內業에서 直線距離 $D(D=Kl \cos^2 \alpha + C \cos \alpha)$ 와 垂直 높이 $H(H=\frac{1}{2}kl \sin 2\alpha + C \sin \alpha)$ 를 구했다.¹³⁾ 한편 이러한 資料를 根據로 해서 偏角法에 의한 traverse¹³⁾를 짜본 結果 지갯길의 平面線形과 縱斷面圖를 作成할 수 있었으며 이것을 土臺로 40m라는 等分區間을 設定할 수 있었다. 以上과 같은 調査方法을 통한 內容은 Table 2와 같다.

分析 및 考察

1. Model地域의 地形에 따른 角度分析

1) 地形의 分析

調査對象地域은 Fig. 1, Fig. 2와 같다.

Fig. 1, Fig. 2에서 보는 바와 같이 지갯길의 總直線距離는 6.24km였던 바, 이들을 다시 山地形에 따른 分類로 나누어서 綜合해 보면 산허리部分은 3km, 稜線部分은 2.3km, 頂上部分은 1.2km였다. 여기서 산허리部分이 다른 2個 地域보다는 길이가 훨씬 더 길다는 것을 알 수 있으며 이는 人間이 지

갯길을 步行하는데 있어서 出發點에서부터 距離가 멀어 질 수록 점점 더 疲勞感을 느꼈기 때문이라고 생각되며 稜線部分에서 산허리部分으로 向하게 된 後부터는 계속 完만한 角度와 曲線半徑을 찾아갔음을 알 수 있다.

따라서 이 산허리部分이 다른 2個地域보다는 훨씬 더 機能的인 區間이라고 思料되며 이는 各 區間別 角度의 變化差를 求해본 結果와도 비슷했다 (Table 3).

Table 3은 各 區間別 角度의 變化差를 나타내고 있으며 그 變化差는 산허리部分에서 0~2°, 稜線部分에서 1~3°, 頂上部分에서 3~5°로 나타났다. 이는 前述한 바와 같이 各 地域別 지갯길의 縱斷面圖를 作成해 본 結果 알 수 있었으며 40m 各 區間別 角度의 變化差는 環境的인 要因에 의해 障害를 받고 있는 地域을 除外하면 5°以上의 큰 變化差는 없었다. 이는 지갯길을 人間本性에 起因한 踏跡路로 看做할 수 있으며 이가운데서도 特別히 산허리部分에서의 角의 變化差는 0~2°內에 大략 分布하고 있었다. 이는 다른 2個地域의 角의 變化差와 比較해 볼때 훨씬 더 緩慢한 角度를 가진 區間임을 알

Table 2. The survey substance of sampling place

Devision	Straight distance	Total No. of section	Total No. of using section	No. of exceptive section
M.t. Park Dae	2.0Km	50	45	5
M.t. Namme	1.4Km	36	33	3
M.t. Semi	1.8Km	46	44	2
M.t. Semi	1.0Km	26	23	3
Total	6.2Km	158	145	13

Jige road is divided into 40m interval.

Table 3. The difference of changing angle by each interval

Devision	Mt. Park Dae			Mt. Namme			Mt. Semi			Mt. Semi		
	*L.P	M.P	H.P	L.P	M.P	H.P	L.P	M.P	H.P	L.P	M.P	H.P
0-1°	3	3	-	2	3	-	1	6	-	2	4	1
1-2°	3	5	1	2	4	2	1	4	1	3	5	2
2-3°	5	3	1	4	1	1	3	1	1	1	3	1
3-4°	1	1	3	-	1	5	2	2	2	1	-	3
4-5°	-	-	1	2	-	4	-	-	2	1	1	2
Total	12	12	6	10	9	12	7	13	6	8	13	9

*L.P; Low Part M.P; Middle Part H.P: High Part

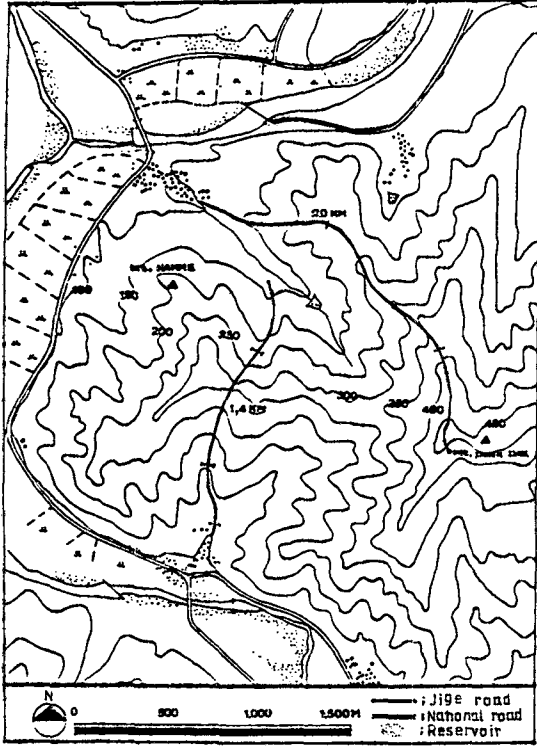


Fig. 1. The topography map of model Mt. Park Dae and Nammé.

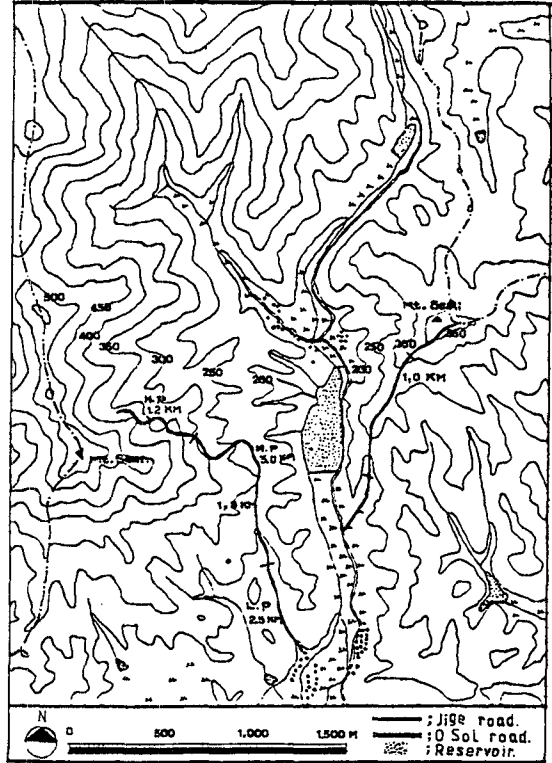


Fig. 2. The topography map of model Mt. Semi.

수 있으며 또한 前述한 바와 같이 지갯길 가운데서도 산허리部分이 가장 機能的인 地域임을 立證해 주고 있는 것으로 思料된다.

2) 角度의 分析

Model對象地域을 산地形에 따라 크게 산허리部分, 稜線部分, 頂上部分 等 3地域으로 나누었던 바, 이들 各地域에 對한 角度의 分布를 살펴보면 table 4와 같다. table 4에서 보는 바와같이 各地域別 角度의 分布를 살펴보면 산허리部分에서는 0~5°, 稜線部分에서는 6~10°, 頂上部分에서는 11~16°內에 대략 分布하고 있었다.

그러나 이가운데는 산허리部分에서의 角度가 6~10°, 11~16°內에 存在한 것도 있었지만 이는 많지 않았고 편의상 그 地形에 따른 分類속으로 包含시켰다.

한편 이들 3個地域에 對한 平均角度, 標準偏差, 99%信賴區間推定은 다음과 같은 公式에¹⁴⁾ 依據했으며 그 結果는 Table 5와 같다.

$$\begin{aligned} \text{평 均 } \bar{x} &= A + C \times \frac{\sum \mu_i f_i}{\sum f_i} \\ \text{표준편차; } S &= C \times \sqrt{\frac{\sum \mu_i^2 f_i}{\sum f_i} - \left(\frac{\sum \mu_i f_i}{\sum f_i} \right)^2} \\ \mu_i &= \frac{x_i - A}{C} \\ \text{신뢰구간; } \bar{x} - 2.58 \frac{S}{\sqrt{n}} &\leq m \leq \bar{x} + 2.58 \frac{S}{\sqrt{n}} \\ &(99\%) \end{aligned}$$

Table 5에서 보는 바와같이 頂上部分에서의 平均角度는 12°48'이었던 바, 이는 人間이 斜面을 步行하는데 있어서 '13° 以上의 傾斜路에서는 步行에 큰 不便을 느낀다'라고 한 岸塚¹⁵⁾의 研究結果와 比較해 볼때 큰 差異는 없었다. 또한 角度의 分布圖에서 알 수 있었던듯이 지갯길에서는 13° 以上의 심한 傾斜角을 지나는 區間은 調査結果 거의 없었으며 이러한 事實은 바로 지갯길이 他路보다는 훨씬 더 機能的인 線形이라는 事實을 立證해 주고 있는 것으로 思料된다.

Table 4. The distribution of angle according to topography

Devision	Angle(°)	Distribution of angle	Total
Low Part (0—5°)	0—1°	45'53'	10
	1—2°	1°10'1°40'1°20'1°4'1°39'1°27' 1°40'1°58'1°58'	
	2—3°	2°20'2°7'2°13'2°38'2°2'2°2°50'	22
		2°23'2°44'2°34'2°12'2°26'2°11' 2°3'2°21'2°3'2°27'2°38'2°53'	
	3—4°	3°2'3°22'3°18'3°59'3°32'3°30'	18
		3°41'3°42'3°57'3°32'3°20'3°37' 3°8'3°29'3°40'3°44'3°53'3°53'	
4—5°	4°7'4°22'4°54'4°31'4°59'4°25'	10	
	4°54'4°17'4°23'		
5—6°	5°49'5°53'5°25'5°2'5°27'5°58'	12	
	5°5'5°7'5°53'5°5'5°17'5°55'		
Middle Part (6—10°)	6—7°	6°3'6°4.'6°41'6°10'6°7'6°43'	16
		6°21'6°42'6°38'6°50'6°29'6°51' 6°35'6°2'6°32'6°9'	
	7—8°	7°7'25'7°58'7°9'7°23'7°27'7°18'	14
		7°48'7°45'7°36'7°20'7°55'	
	8—9°	8°47'8°2'8°3'8°10'8°43'8°12'8°'	12
8°43'8°57'8°8'1'			
9—10°	9°13'9°23'9°44'9°39'9°8'9°32' 9°15'	7	
10—11°	10°8'10°11'10°6'10°27'10°37' 10°53'10°19'10°2'	8	
High Part (11—16°)	11—12°	11°35'11°11'25'11°20'11°41'11°18'	9
		11°24'11°28'11°3'	
	12—13°	12°24'12°41'12°21'12°54'12°34'	9
		12°9'12°57'12°12°55'	
	13—14°	13°59'13°37'13°35'13°58'13°4'	6
13°14'			
14—15°	14°29'14°35'14°55'	3	
15—16°	15°2'	1	

Table 5. The value of mean angle, standard deviation, 99% confidence interval estimation according to topography

Devision	Low Part	Middle part	High part
Mean angle	3°33'	8°17'	12°48'
Standard deviation	1°56'	2°6'	1°13'
Confidence interval	2°51' ≤ M ≤ 3°48'	7°17' ≤ M ≤ 9°3'	11°57' ≤ M ≤ 13°

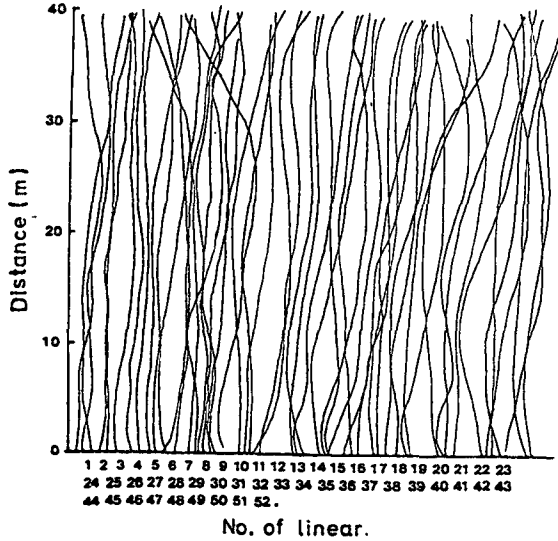


Fig. 3. The form of linear within low part (0 - 5°).

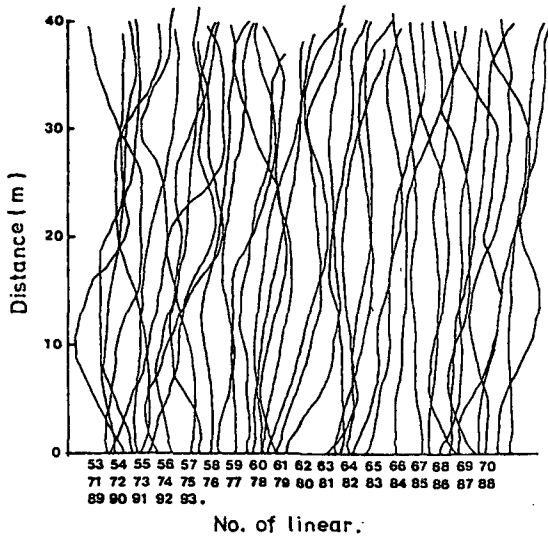


Fig. 4 The form of linear within middle part (6 - 10°).

2. Model Pattern의 比較分析

1) 集積에 의한 Model Pattern

人間歩行의 軌跡을 40m間隔으로 等分해 볼때 이들 각각의 曲線形態는 千差萬別이어서 一定한 Pattern을 찾는다는 것은 困難했다(Fig. 3, Fig. 4,

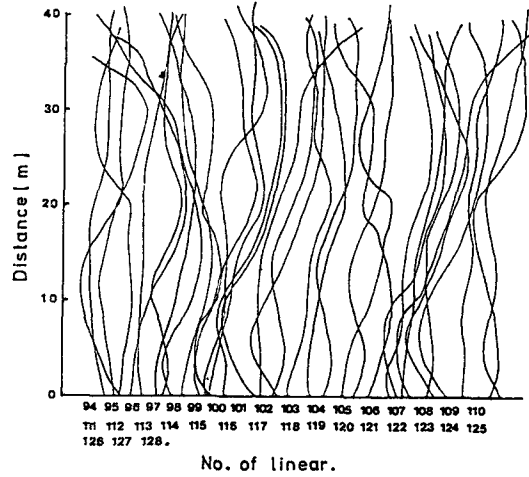


Fig. 5. The form of linear within high part (11-16°).

Fig. 5).

그러나 앞에서 求한 平均角度에 따라 이들 各各의 線形¹⁶⁾을 하나하나씩 투시반상 위에 중첩시켜본 結果 Sin 曲線에 가까운 3個의 集積Model을 얻을 수 있었다¹⁷⁾(Fig. 6).

그러나 이때 圖示된 集積Model은 중첩된 各各의 線形들 가운데서 密集度가 가장 높은 中心線을 따라 抽出해낸 것이었기 때문에 그 曲線形態의 變化에 따른 R 및 σ의 값에 있어서 다소의 誤差가 發生했다. 따라서 이들 각 曲線을 人間本性에 가장 가까운 Model線形으로 規定짓기에는 困難한 점이 있었다. 이러한 問題를 究明하기 爲해서 중첩시킨 各各의 線形들에 對한 平均振幅 및 平均波長의 값을 구한 후 다음과 같은 數值處理한 Model Pattern을 誘導했다.

2) 數值處理한 Model Pattern

중첩시킨 各各의 線形들에 對한 波長 및 振幅의 값을 測定한 후 前述한 公式에 依據, 이들에 대한 平均波長 및 平均振幅의 값을 求해본 結果, 0 ~ 5°內에서는 L=14.7m, A=1.01m이고, 6 ~ 10°內에서는 L=11.73m, A=1.34m였으며, 11 ~ 16°內에서는 L=9.8m, A=1.6m로 나타났다.

이때 求한 平均振幅 및 平均波長의 값을 Sin graph의 一般式¹⁸⁾ E(y)=a sin bx(a:振幅, b:波長)에 代入시켜본 結果, 0 ~ 5°內에서는 E(y)=

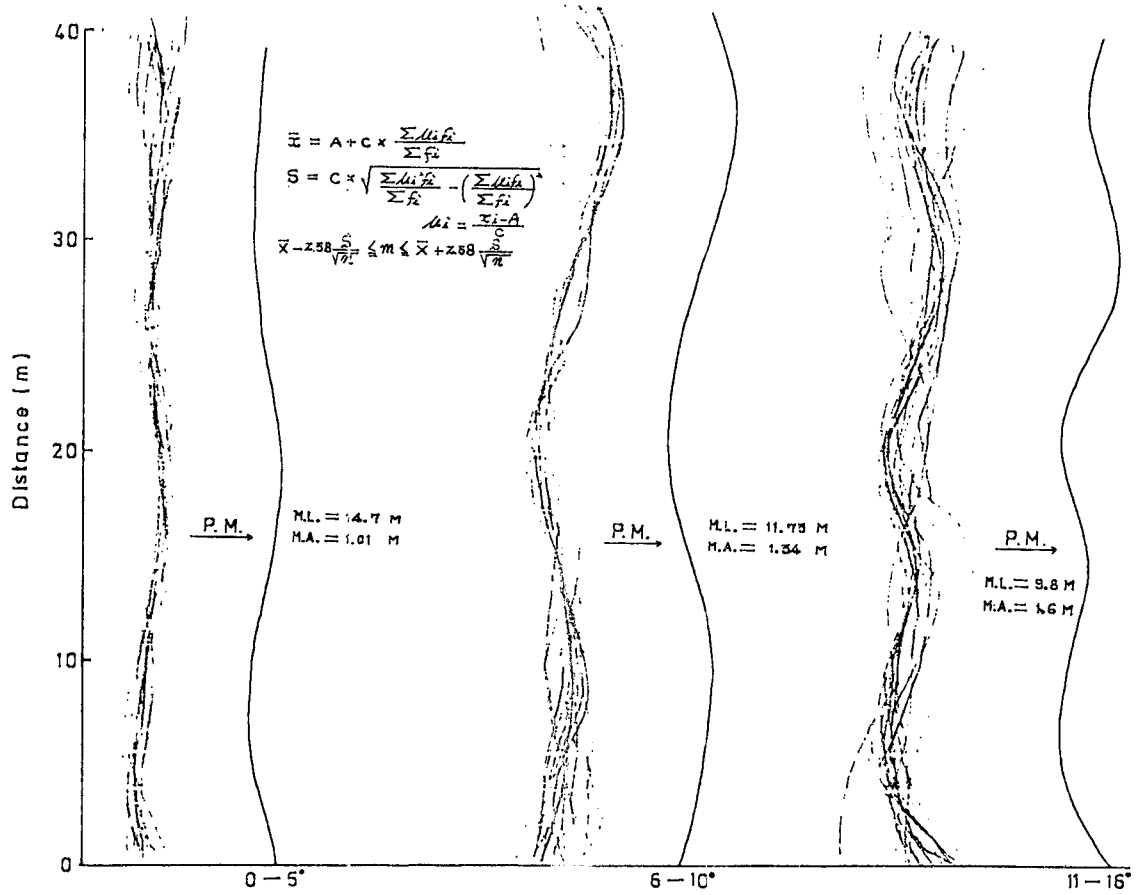


Fig. 6. The form of Potential model Pattern according to gradient. (P.M.; potential model. M.L; Mean Lengh. M.A; Mean Amplitude.)

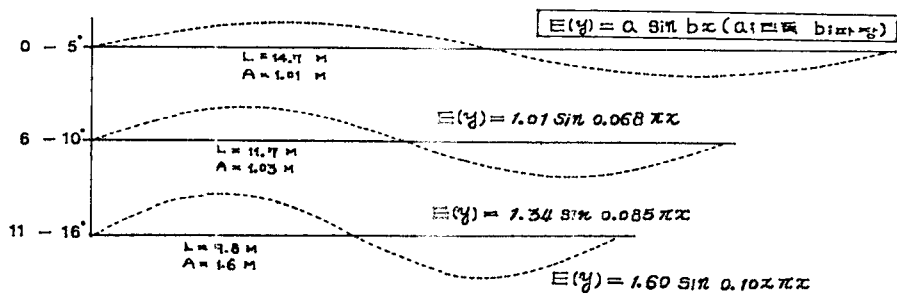


Fig. 7. The form of calculated model pattern according to gradient. (L; Lengh. A; Amplitude)

1.01sin 0.068π x이고, 6~10°에서는 E(y)=1.34 sin 0.085π x였으며, 11~16°內에서는 E(y)=1.60 sin 0.102π x라는 角度에 따른 3個의 sin graph式을 求할 수 있었다.

이러한 sin式을 基礎로 해서 Computer處理한 結果 하나의 數值處理한 Model Pattern을 추출할 수 있다(Fig. 7).

따라서 Fig. 8에서 보는 바와 같이 이들 2個의 Model曲線사이에는 R, δ, L, A 등의 값에 있어서 數值處理한 Model曲線이 集積에 의한 Model曲線의 값보다 다소 크다는 것을 알 수 있다. 이는 바로 數值處理한 Model曲線에서는 環境的인 要因에 依해 障害를 받고 있는 地域까지 모두 包含해서 波長과 振幅의 값을 求했기 때문이라고 思料된다.

다음은 이 曲線에 對한 許容誤差의 範圍를 알아보기 위해서 2個Model曲線 사이의 相關關係를 推定해 보았다.

3) 相關關係의 推定

Fig. 8은 角度別 集積에 依한 Model Pattern과 數值處理한 Model Pattern사이의 相關關係를 알아보고져 한 것이다.

이러한 相關關係의 推定方法에는 분산적합도에 의한 方法과 결정계수에 의한 方法¹⁹⁾등 2가지가 있었지만 本 研究에서는 결정계수에 의한 相關關係의 推定方法을 택해서 다음과 같은 公式²⁰⁾에 依據 그 값을 求했다.

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

$$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

$$SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n e_i^2$$

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = 1 - \frac{SSE}{SST}$$

y_i : 數值處理 Sin曲線의 y값

\hat{y}_i : 集積處理된 Sin曲線의 y값

그 結果 傾斜度에 따른 결정계수의 값은 0~5°內에서는 0.88이고, 6~10°內에서는 0.5였으며, 11~16°內에서는 0.53으로 나타냈다. 이러한 數值是 統計學에서 말하는 결정계수의 값이 0.4以上 일때는 相關關係가 存在²⁰⁾하므로 이 두 Model曲線사이의 相關關係는 아주 큰 것으로 나타났다.

따라서 前述한 것을 勘案해 볼때 集積에 의해 추출된 Model曲線은 傾斜面步行에서 人間本性에 가장 가까운 線形의 形態라는 事實을 알 수 있다.

다음은 이들 集積에 의해 추출된 Model Pattern에 대한 具體的인 線形의 分析을 實施했다.

3. 傾斜度에 따른 集積Model Pattern의 線形分析

集積에 의해 추출된 Model Pattern의 線形은 Fig. 9와 같다. Fig. 9에서 보는 바와 같이 傾斜度에 따른 R, δ, A, L 등의 값은 각각 다르게 나타났다.

即, 0~5°內에서는 R=21.4m, δ=22°.4', A=1.01m, L=14.7m이고, 6~10°內에서는 R=12.5m, δ=30°.8', A=1.34m, L=11.73m였으며, 11~16°內에서는 R=7.1m, δ=47°.9', A=1.60m, L=9.8m로 나타냈다.

여기서 이들 각각의 數值를 傾斜度에 따라 比較해 보면 傾斜度가 심할수록 R과 L의 값은 적어지고 δ와 A의 값은 커진다는 것을 알 수 있다. 이는 바로

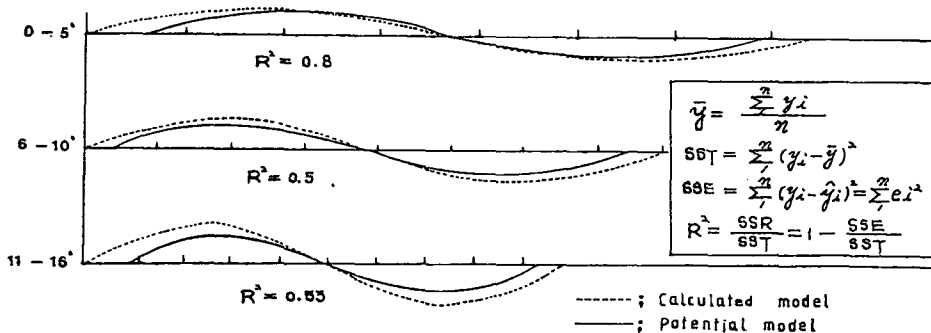


Fig. 8. Comparison between potential and calculated model pattern according to gradient.

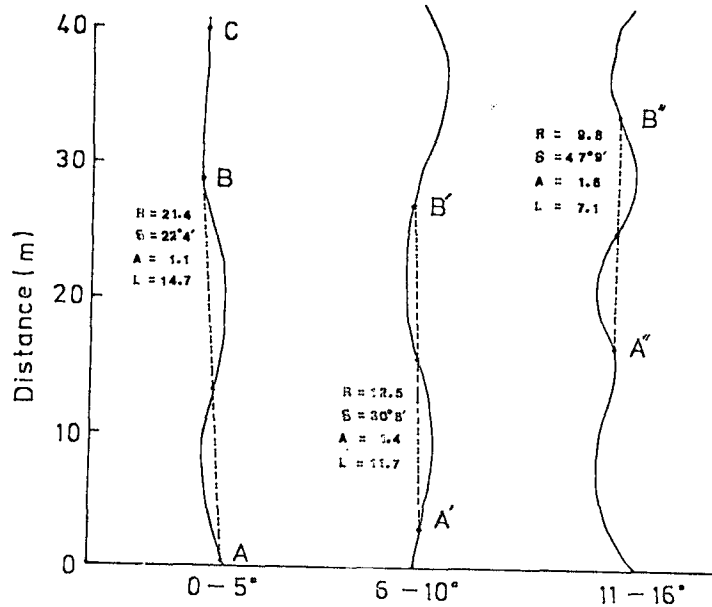


Fig. 9. The analysis of linear about potential model pattern according to gradient. (R; Radius(m) δ ; Directional angle(°) A; Amplitude(m) L; Length(m))

斜面 歩行時 人間の 疲勞感과 直結되는 것으로 이때 人間本性이 그려내는 性向曲線은 傾斜度에 따라 R, δ , A, L의 값과는 密接한 關係가 있는 것으로 思料된다.

한편 前述한 것은 40m區間내의 傾斜度에 따른 3個의 集積Model로부터 sin曲線에 가장 가까운 한周期를 절단해서 比較, 分析한 것으로 실제 이들 3個의 Model曲線 내에는 여러개의 不規則한 波長이 存在하고 있었다.

그러나 6~10°, 11~16°內의 傾斜度에서는 中心이 되는 한개의 sin波長 卽, A'-B', A''-B''라는 두曲線과 거의 비슷한 形態의 線形이 反復되어 일어나고 있었으므로 실제로 園路를 設計함에 있어서는 이들 두 曲線사이의 sin波長에 基礎를 둔, 曲線園路의 設計가 바람직한 것으로 思料된다. 이는 또한 曲線園路의 設計를 尊重하는 Simonds JO나²¹⁾ Jellico GA²²⁾, Grillo PJ²³⁾ 등의 研究結果와도 비슷했으며 庭園의 形態的 測面에 있어서도 프랑스의 平面幾何學式 庭園²⁴⁾보다는 Humphrey Repton이 完成시킨 英國風景式 庭園²⁵⁾ 가까운 園路의 形態임을 알 수 있었다.

한편 0~5°內의 傾斜度에서는 前述한 것과는 달리 中心이 되는 한개의 sin波長 卽, A-B曲線을 除外하면 실제로 40m區間 내에서는 B-C라는 直線에 가까운 形態의 線形이 또하나 存在하고 있었다. 따라서 傾斜度의 範圍가 0~5°內에 있는 地形에서의 園路設計는 A-B, B-C라는 線形을 基礎로 한, 直線과 曲線을 結合하는 形態가 바람직한 것으로 思料된다. 따라서 여기에는 前述한 바와 같은 曲線園路의 形態뿐만 아니라 直線에 의한 園路의 形態를 尊重하는 LE CORBUSIER²⁾나 LE NOTRE²⁴⁾의 理論을 公히 包含하는 線形의 形態로 볼 수 있다.

또한 園路의 設計에 關한 線形의 形態를 直線에 두느냐 曲線에 두느냐에 대해 오래 전부터 相反된 主張이 있어왔지만 最近에 들어오면서 부터는 直線과 曲線을 結合하는 形態가 Design上에 있어서는 바람직한 것으로 認定되고 있다.²⁾ 이러한 事實을 勘案해 볼때 實際로 實驗과 관찰을 통해서 究明해본 本 研究의 結果는 前述한 主張과 상당히 一致하는 卽, 直線과 曲線을 結合하는 園路의 形態가 바람직한 것으로 思料된다.

한편 이들 集積에 의해 나타난 Model曲線을 公園

內에 適用함에 있어서는 都市公園內에 있는 動線 卽, 進入道路, 步行廣路, 主步行道路, 施設接近路 및 Service路, 散策路 等 5種類²⁶⁾ 가운데서 車를 對象으로 하는 進入道路를 除外한 나머지 4個의 動線 모두에 한할 수 있는 것으로 思料된다.

또한 이들 動線을 다시 類型化해 보면 廻遊型, 通過型, 通過Net型, Cirde Net型, Loop型 等 5가지 型으로¹¹⁾ 分類할 수 있었던바, 이들 動線의 類型別 分類 속에는 예각을 가진 모서리部分이나, 目的性을 가지는 構造物이 있는 部分 等の 障害要因이 있어²⁷⁾ 人間本性에 起因한 Slalom型 曲線의 適用이 부적절한 傾遇가 存在하고 있어서 이런 部分에 對한 研究도 앞으로 進行되어야 할 것으로 思料된다.

4. R 및 δ의 關係式의 推定

傾斜面 步行에서 δ 값이 커짐에 따라 R의 값이 적어진다는 것은 주지의 事實로서 실제로 이들 사이에는 어떤 函數關係가 成立하고 있음을 알 수 있다.

따라서 δ와 R사이에 存在하는 函數關係를 究明해보기 위해서 33個의 實測圖(s: 1/200)를 圖示해 보았다(Fig. 10, Fig. 11, Fig. 12).

여기에 實測收集된 33個의 線形에서 다음과 같은 것을 觀察할 수 있다.

첫째, 線形의 大部分은 左右交互로 不規則한 曲線

이 連續하고 있으며 一定한 方向을 지니고 있었다.

둘째, 曲線部分의 Curve는 傾斜度에 따라 波長이 달랐으며 波長의 大部分은 圓曲線에 가까운 形態를 취하고 있었다.

이때 實測圖에 나타난 각 曲線들은 環境的인 要因에 의한 角度와 曲率의 變化에는 거의 影響을 받지 않은 部分으로 傾斜角은 10°미만인 地域에서 任意로 抽出했다. 따라서 前述한 것을 토대로 實測收集된 各 曲線들의 Curve에서 R 및 δ의 값을 구해 보았으며 그 實測値는 Table 6과 같다.

한편 이들 實測値를 graph上에 나타내어 본 結果, R과 δ와의 關係는 대수函數²⁸⁾形態를 취하고 있었다(Fig. 13).

이때 graph上에 나타난 33個의 標本가운데서 平地에서 抽出된 5個 區間과 기타 다른 要因에 影響을 받고 있는 8個 區間 等 총 13個의 標本을 除外한 20個의 標本을 傾斜面에서의 性向曲線으로 規定했다. 이러한 性向曲線에 對한 關係式의 推定은 다음과 같은 方法으로 구했다.

卽, 前述한 性向曲線은 對數函數($Y = be^{-ax}$)²⁸⁾形態를 취하고 있었기 때문에 이들 20個의 標本區間에 대한 R 및 δ의 값을 片對數方眼紙(semi-log紙)에 옮겨보면 Fig. 14와 같다.

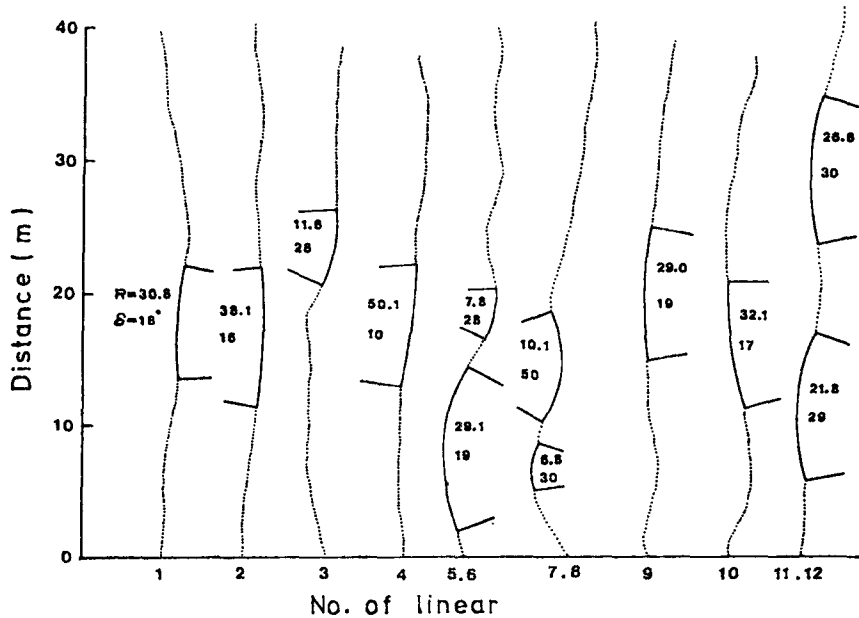


Fig. 10. The real surveying value R and δ. (R; Radius(m). δ; directional angle(°))

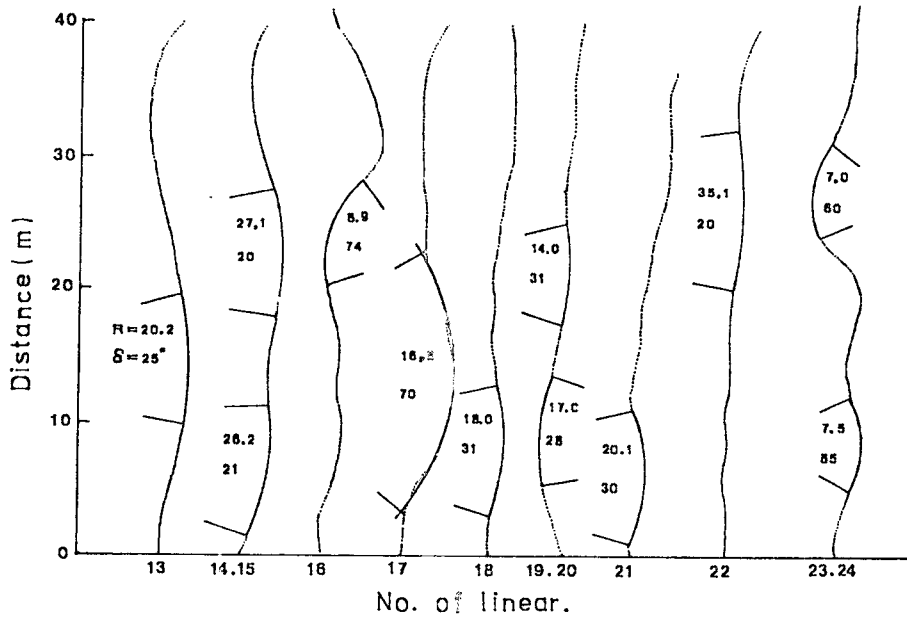


Fig. 11. The real surveying value of R and δ . (δ : Radius(m). δ ; directional angle(°))

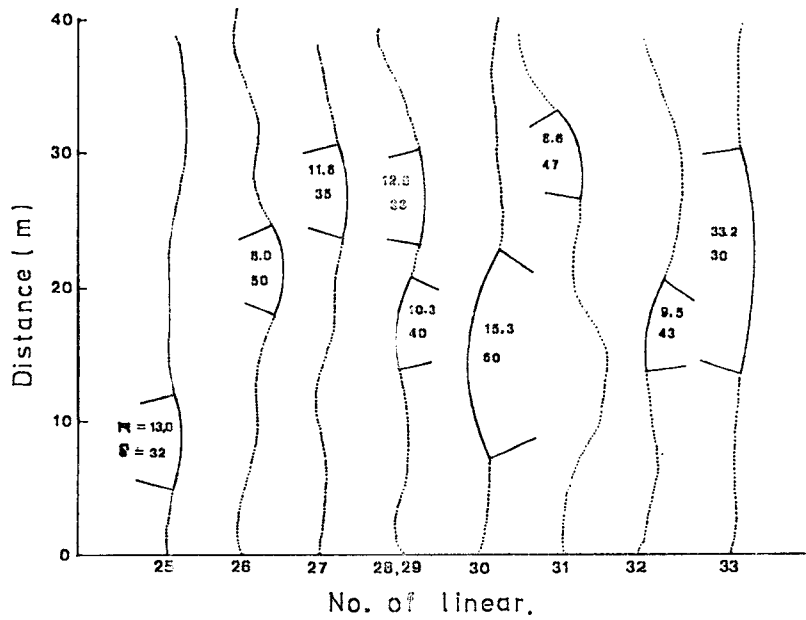


Fig. 12. The real surveying value of R and S. (R ; Radius(m). δ ; directional angle(°))

Table 6. The real surveying value of R and δ

Samples	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R	30.8	38.0	11.8	50.1	7.8	29.0	10.1	6.8	29.0
δ	18.0	16.0	28.0	10.1	28.0	19.0	50.0	30.0	19.0
Samples	10	11	12	13	14	15	16	17	18
R	32.1	26.8	21.8	20.2	27.0	26.0	6.9	16.8	18.0
δ	17.0	30.0	29.0	25.0	20.0	21.0	74.0	70.0	31.0
Samples	19	20	21	22	23	24	25	26	27
R	14.0	17.0	20.0	35.0	7.0	7.5	13.0	8.0	11.6
δ	31.0	31.0	30.0	20.0	60.0	55.0	32.0	50.0	35.0
Samples	28	29	30	31	32	33			
R	12.5	10.3	15.3	8.6	9.5	33.2			
δ	33.0	40.0	60.0	47.0	43.0	30.0			

R; Radius(m) Directional angle(°)

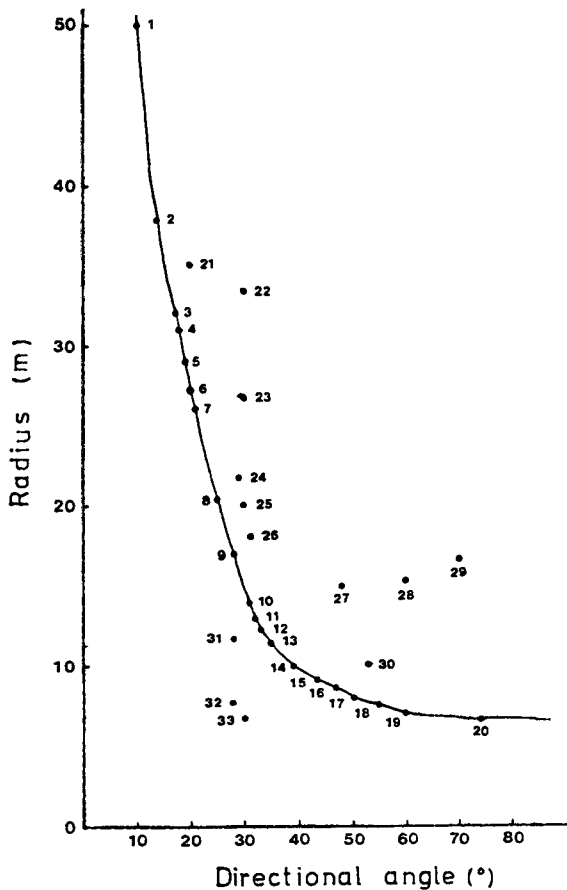


Fig. 13. The relation between R and δ .

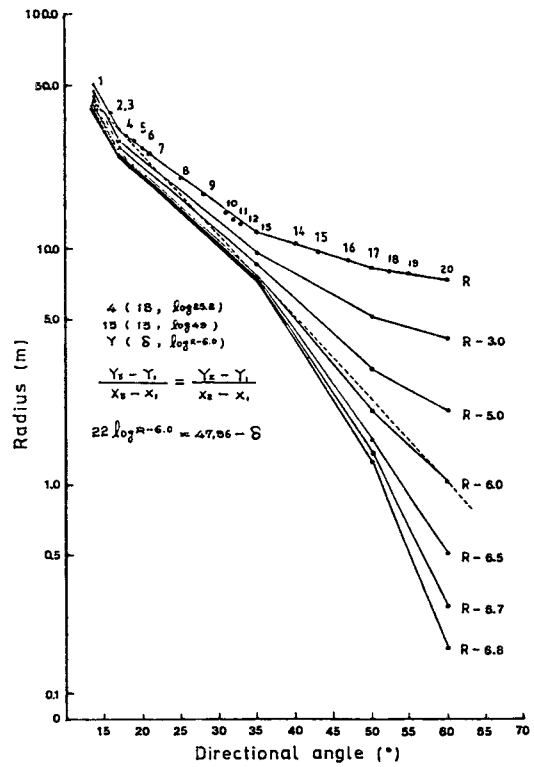


Fig. 14. The relation between R & δ .

여기서 R의 값을 계속 빼보면 R-6.0이라는 점에서 前述한 性向曲線은 거의 直線에 가까운 形態임을 알 수 있다. 따라서 이 直線에 있는 任意의 3점 13(33, log49), 4(18, log23.2), $Y(\delta, \log^{R-6.0})$ 에 對한 直線의 方程式은 다음과 같은 公式²⁹⁾에 依據해서 求할 수 있었다.

$$\frac{y_3 - y_1}{x_3 - x_1} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

그 결과, R과 δ 에 對한 關係式은 $22\log(R-6.0) = 47.96 - \delta$ 로 나타났으며 이는 R-6.0의 直線에 있는 任意의 다른 3점을 잡아서 求解한 結果와 比較해 볼때 前述한 方程式의 값과는 다소 差異가 있었다. 그러나 이러한 誤差는 바로 R-6.0이라는 지점에서의 graph上에 나타난 性向曲線은 正確한 直線이 아니라 直線에 가까운 形態의 線으로 看做했기 때문이라고 思料되며 큰 誤差는 아니었으므로 前述한 方程式은 充分히 成立될 수 있는 것으로 思料된다.

그러나 平地에서 求한 R과 δ 의 關係式 $39 - \delta = 13.5\log(R-5.8)$ ³⁰⁾과 比較해 볼때 값에 있어서 커다란 差異가 있었기 때문에 이 式을 傾斜面에서도 같이 適用한다는 것은 불가능한 것으로 思料되었으며 이는 또한 平地와 傾斜地에서 人間本性이 그려내는 Slalom形 曲線의 形態는 다르다는 事實을 立證해 주고 있다.

結 論

以上과 같은 傾斜地園路의 角度分析, Model Pattern의 比較分析, 傾斜度에 따른 線形分析, R 및 δ 의 關係式推定에 관한 研究結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 自然에 가장 順應하는 壓力의 Curve와 壓力의 角度를 가진 傾斜路 即, 지갯길에 對한(40m 각 구간별 수직평균각도) 平均角度는 산허리部分에서는 $3^{\circ}33'$, 稜線部分에서는 $8^{\circ}17'$, 頂上部分에서는 $12^{\circ}48'$ 으로 나타났으며 13° 以上の steep 傾斜角을 가진 區間은 調查結果 거의 없었다. 이는 他路와 比較해 볼때 가장 機能的으로 形成된 傾斜路임을 立證해 주고 있다.

2) 集積 Model Pattern과 數值處理한 Model Pattern 사이의 相關關係는 傾斜度가 $0 \sim 5^{\circ}$ 內에서는 0.88이었으며, $6 \sim 10^{\circ}$ 內에서는 0.5였으며,

$11 \sim 16^{\circ}$ 內에서는 0.53으로 그값은 아주 크게 나타났으며 이는 바로 集積에 依해 유출된 Model曲線은 斜面 步行時 人間本性에 가장 가까운 踏跡路임을 말해 주고 있다.

3) 이들 Model Pattern의 線形은 傾斜度가 심할수록 R과 L의 값은 적어지고 δ 와 A의 값은 커졌으며, 이러한 사실은 人間の 疲勞度와 直結되는 것으로 R, δ , A, L과의 값과는 密接한 關係가 있음을 알 수 있다. 한편 傾斜面에서 都市公園의 園路設計를 행함에 있어서는 $0 \sim 5^{\circ}$ 內의 範圍에서는 直線과 曲線을 結合하는 形態가 바람직하며, $6 \sim 10^{\circ}$, $11 \sim 16^{\circ}$ 內의 範圍에서는 sin波長에 가까운 曲線園路의 設計가 바람직한 것으로 思料되었다.

그러나 公園內에 形成되어 있는 園路를 設計함에 있어서 예각을 갖는 모서리部分이나, 目的性을 갖는 構造物 部分 等에서는 集積에 依해 유출된 slalom形 曲線을 적용한다는 것은 다소 問題點이 있으므로 이들에 대한 研究는 앞으로 좀더 進行되어야 할 것으로 思料된다.

4) 傾斜面에서 R과 δ 의 關係式은 $22\log(R-6.0) - \delta$ 로 나타났으며 이는 平地狀態에서 求한 '岸塚'의 $39 - \delta = 13.5\log(R-5.8)$ 公式과 比較해 볼때 큰 差異가 있어서 平地에서 구한 公式을 傾斜地에서도 같이 적용한다는 것은 불가능한 것으로 思料되었다.

이러한 事實은 平面과 立體面에서 人間本性이 그려내는 Slalom形 曲線의 形態는 다르다는 것을 말해 주고 있다.

5) 人間本性에 기인한 slalom형 곡선을 公園內에 적용함에 있어서는 예각을 가지는 모서리 部分이나 목적성을 가지는 構造物이 있는 部分, 노퍽이 넓은 보행광로 등에서는 다소의 問題點이 있었으므로 이런 部分에 대한 研究는 앞으로 좀더 進行되어야 할 것으로 思料된다.

따라서 본 研究는 人間보행의 시지각적인 面보다는 기능적인 面에 重點을 두고 있으므로 실제 경사면 원로설계를 행함에 있어서 하나의 기초자료로 利用하고자 함에 그 뜻이 있다.

參 考 文 獻

- 1) 權鎮東(1981): 道路工學, 螢雪出版社, 서울 pp 13-17.
- 2) 岸塚正昭(1969): 園路의 曲率12關する基礎的研究

- 造園雜誌32(4)：24-30.
- 3) 京男憲明 外(1980)：都市公園の園路の類型化とその數量的研究，國立公園69(3)：28-35.
 - 4) 進士 五十八 外(1984)：園路の曲率分析と庭園形式について，造園雜誌47(5)：43-48.
 - 5) 金鵝 格(1984)：歩行動線の幾何學モデルの例證について，造園雜誌47(5)：219-223.
 - 6) 態谷惟明(1985)：自然歩行による園路線形の解法に關する考察，造園雜誌48(5)：211-217.
 - 7) 權鍾和(1977)：Campus內 歩道空間의 利用에 關한 研究，高麗大學校 碩士學位論文.
 - 8) 梁弘模(1981)：都市內步行者 空間에 關한 研究，서울大學校碩士學位論文.
 - 9) 岸塚正昭(1969)：歩行路の縱斷卅配に關する體系的的研究(II) 造園雜誌 33(2)：15-19.
 - 10) 有斐關双(1981)：社會心理學，光生館，東京 pp 134-162.
 - 11) 孫泰樋(1983)：亭子에 關한 造景學的 研究，慶北大學校 碩士學位論文.
 - 12) 李石贊(1982)：標準測量學，先進文化社，서울 pp 166-169.
 - 13) 金始源 外(1982)：三訂測量學，一朝閣，서울 pp 105-111.
 - 14) 奇宇恒 外(1982)：實驗統計學，學文社，서울 pp 13-22.
 - 15) 岸塚正昭(1969)：傾斜面と歩行路形態の考察，造園雜誌 pp 18-27.
 - 16) 建設部(1975)：道路管理指針，光明印刷公社 pp 50-55.
 - 17) 後藤友産 外(1970)：園路の曲率に關する研究 (II)，造園雜誌 33(4)：2-8.
 - 18) Howard A(1980)：Calculus with Analytic Geometry, New York, John Wiley & Sons, pp 1112-1130.
 - 19) Draper NB et al(1966)：Applied Regression Analysis, John Wiley & Sons. Inc. New York pp 90-94.
 - 20) 朴聖炫(1982)：回歸分析，大英社，서울 pp 84-189.
 - 21) Simonds JO(1984)：Landscape Architecture, 2nd. New York, McGraw-Hill Book Company, pp 197-235.
 - 22) Jellicoe GA(1960)：Studies in Landscape Design, London pp 66-87.
 - 23) Grillo PJ(1981)：What is Design? New York pp 38-47.
 - 24) 尹國炳(1984)：造景史，一朝閣 서울 pp 98-100.
 - 25) 針ヶ谷鐘吉(1977)：西洋造園變遷史，誠文堂新光社，東京 pp 248-254.
 - 26) 大邱直轄市(1984)：東仁公園造成基本計劃 pp 60-63.
 - 27) 朴聖玄(1977)：都市 步行者 空間設計를 爲한 Service Level設定에 關한 研究，서울大學校 碩士學位論文.
 - 29) Howard A(1980)：Calculus with Analytic Geometry, New York John wiley & sons pp 42-46.
 - 30) 中男邦彦(1981)：造園施工の基礎技術，農業圖書株式會社 東京 pp 65-68.